

DALLA PARTE DEL TORTO: TULLY & FISHER VS HUBBLE

Uno studio critico sul successo della cosmologia del Big-Bang

(Alberto Bognesi)



Edwin Hubble Discovers the Universe

(Credit: [Mt. Wilson Archive](#), [Carnegie Institution of Washington](#))

Allan Sandage è l'astronomo che ha ereditato "gli orizzonti che si allontanano" di Hubble: è il depositario dell'universo in espansione e a buon diritto viene soprannominato Mister Cosmology. L'unica volta che mi riuscì di parlargli, molti anni fa, mi disse: "Lei è uno strano dilettante. Mi aspettavo una domanda sui marziani e invece mi viene fuori con gli effetti di selezione". Col passare del tempo ho continuato a peggiorare. Di recente mi è capitato di assistere a una conferenza di cosmologia allestita da teorici di fresca nomina e da professori di scuola che ammettevano di non aver mai fatto osservazioni al telescopio. Uno di essi inaugurò così il suo intervento sui problemi della cosmologia: "Cosa fa un astronomo quando intende determinare la distanza di una galassia lontana? Beh, la fotografa. Poi va a misurare la luminosità apparente sulla lastra, la moltiplica per π greco al quadrato e trova la luminosità assoluta. Nota la

luminosità assoluta, basta rovesciare il tutto sotto radice ed ecco la distanza¹. Poi può effettuare la prova del nove andando a misurare lo spostamento verso il rosso". Un gioco da ragazzi. Ma di lì a poco, un successivo relatore invitò con forza il pubblico "desideroso di approfondire davvero le proprie conoscenze" a rinunciare a qualsiasi concetto di distanza. "Tutte le formule cosmologiche relative alle galassie - soggiunte sprizzando astuzia da tutti i pori - possono essere scritte in termini di redshift e di luminosità senza che vi sia bisogno di far entrare nei calcoli alcuna distanza". "Infatti - sbottai dall'audience - non conosciamo con *esattezza* neanche una distanza! Che succede se mescoliamo insieme galassie con luminosità molto diverse?". Ricordo che ci fu un attimo di panico, acuito dal fatto che nessuno mi conosceva e che quindi quella frase, come un macigno che si abbatte inaspettatamente sul palcoscenico, sembrò venire giù dal cielo. Provai io stesso una punta di disagio per la mia impulsività, ma poiché nessuno si mise a indicarmi dicendo "è stato lui, è stato lui!", l'oratore poté riprendersi dallo sbandamento e condurre in porto la sua tormentata teorizzazione delle distanze. L'omertà salvò il contestatore e l'eccezione fu cancellata dagli atti.

Nessun libro di divulgazione si sofferma volentieri sulla debolezza congenita dell'astronomia extragalattica, che non può misurare con due sole dimensioni ciò che senza contare il tempo ne ha almeno tre. E' la storia triste della "distanza secondo luminosità" che assume tinte drammatiche in cosmologia: alle frontiere del visibile si rivelano solo gli oggetti più brillanti e si è indotti facilmente a scambiare un gigante dello sfondo per una galassia nana più vicina o un oggetto debole per un oggetto molto lontano. I filosofi hanno fatto un rispettabile sforzo per impadronirsi delle complessità concettuali della fisica quantistica e delle sue relazioni di incertezza, ma hanno completamente trascurato - o almeno non hanno ponderato a sufficienza - l'indeterminazione "classica" di cui soffre il macrocosmo osservabile che pende come una spada di Damocle sulle extrapolazioni della cosmologia deduttiva.

Come oramai sanno anche i profani, il diagramma di Hubble visualizza l'eccitante possibilità che il mondo fisico abbia preso le mosse da un punto e che le galassie continuino a separarsi da quel punto le une dalle altre, e proporzionalmente alle loro distanze, come frammenti di una primordiale esplosione. Certo, si può sempre rappresentare con una velocità radiale uno spostamento spettrale applicando *per convenzione* la formula Doppler

$V_r = c \cdot \Delta \lambda / \lambda = cz$. Se osserviamo due galassie di diversa luminosità apparente ma con il medesimo spostamento spettrale deduciamo che si trovano alla stessa distanza, mentre se osserviamo due galassie di eguale luminosità apparente ma di diverso spostamento spettrale assumiamo che quella con lo spostamento più alto sia la più lontana, *anche nel caso che sia apparentemente la più luminosa*. E quando si osservano galassie del medesimo tipo morfologico e della medesima luminosità apparente ma *con diverso redshift e in differenti regioni di cielo* assumiamo l'esistenza di "espansioni asimmetriche dell'universo ...".

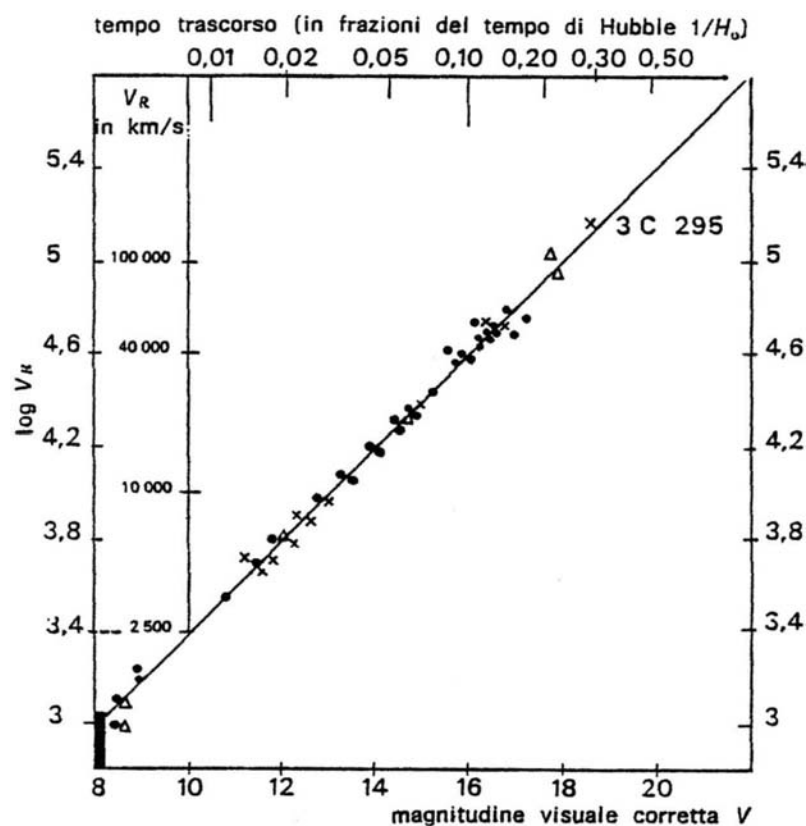


Fig. 1 - Il diagramma di Hubble del 1968 secondo Sandage

Il grafico è dunque fondato sul presupposto che debba esistere sempre una relazione diretta fra la distanza della galassia osservata e lo spostamento verso il rosso che si misura sullo spettrogramma. Viene così annotato il redshift di tutti gli oggetti esaminati in funzione della luminosità apparente (Fig. 1): in ascissa è riportata la magnitudine visuale (corretta), mentre in ordinata vi compare il logaritmo $\log cz$ dello spostamento verso il rosso, che nell'ipotesi cosmologica rappresenta una velocità V_r di recessione nei confronti dell'osservatore. In prima approssimazione una galassia che giace sulla retta tre volte più lontano fugge tre volte più rapidamente. In diagonale è tracciata la retta teorica che può adattarsi a tutti i modelli di universo quando gli spostamenti verso il rosso non sono elevati. Va anche rammentato che le correzioni apportate alle magnitudini sono riferite a un fondo del cielo che non è mai completamente buio; che è necessario tener conto dell'assorbimento prodotto dalla nostra stessa galassia (A°), e che il redshift interpretato come velocità di allontanamento tende a raccogliere radiazioni sempre più lontane dell'ultravioletto. E' molto evidente che tutte le stime di luminosità e il loro posizionamento sul diagramma dipendono prima di tutto dalla corretta determinazione della magnitudine e della distanza delle galassie vicine, M 31 e M 81, assunte come prototipi di luminosità in base alla loro morfologia.

Poi si deve tener conto dell'effetto Doppler prodotto dal moto solare attorno al centro della nostra Galassia e di tutta una serie di incidenze minori (l'accertato movimento rispetto alla media delle stelle più vicine verso il centro galattico, verso la direzione di rotazione e fuori dal piano). Anche lo "spostamento eliocentrico" (il moto di rivoluzione della Terra attorno al Sole) va eliminato, e poi sarebbe lecito attendersi moti e deviazioni peculiari della Via Lattea in base alle leggi della gravitazione.

La conoscenza di tutti questi moti è preliminare a qualsiasi collocazione sul diagramma di Hubble: il valore complessivo - vicino a 300 km. al secondo in una direzione che accidentalmente coincide con la posizione di M 31 - solleva

problemi di cinematica all'interno del Gruppo Locale per la nostra Galassia, che qui non esamineremo. Ci limitiamo a ricordare che alla distanza stimata (692 chiloparsec) e con una costante di espansione H_0 compresa fra 50 e 100 km. al secondo per megaparsec, M 31 dovrebbe allontanarsi a una velocità oscillante fra i 35 e i 70 km. al secondo, mentre lo spettro che si osserva è esattamente di segno opposto, fortemente orientato nel blu.

Se vogliamo trascurare questo "dettaglio" assumendo che l'espansione cosmologica non operi all'interno degli ammassi, cominciamo a disegnare la maestosa galassia in Andromeda in corrispondenza della sua magnitudine apparente, in basso, a sinistra del diagramma di Hubble, e poi proseguire posizionando una ad una le compagne del Gruppo Locale lungo la diagonale retta. Non ricorderemo ancora che questa pendenza deve identificare una relazione lineare fra la quantità di redshift di una galassia e la sua distanza spaziale rispetto a noi: se la relazione esiste, ci sarà una *concentrazione* di tutte queste compagne adiacenti a M 31 sopra la posizione che occupa nel grafico.

Per le galassie del Gruppo Locale non abbiamo bisogno di ulteriori calibrizioni: sono gli oggetti meglio conosciuti e più accuratamente esaminati dell'universo. Da molte generazioni gli astronomi sanno bene che appartengono alla "circostrizione" di M 31. Per annotarli sul diagramma all'inizio della "salita" basta solo controllare i loro spettri. Gli scarti in eccesso o in difetto, i redshift o i bluishift, renderanno conto dei loro movimenti peculiari rispetto al baricentro del gruppo stesso. Trattandosi delle galassie "di casa" e della mutua gravitazione che ci tiene tutti insieme, andremo in pratica a misurare un effetto Doppler depurato di qualsiasi incidenza cosmologica.

La fig. 2a è una grossolana schematizzazione dell'universo locale e del nostro suburbio: con una facile battuta possiamo dire che "noi siamo lì". Chi non si accontenta può apporre una freccetta in corrispondenza dei punti che delimitano la Via Lattea e indicare anche la posizione della propria nazione o del paesello

natale, ma se passiamo alla fig. 2b, che riporta in dettaglio la distribuzione degli spostamenti verso il rosso di tutte le più importanti compagne di M 31, noi compresi (MW), la voglia di scherzare ci passerà subito.

I dati relativi a queste galassie sono disponibili da molto tempo. Sono stati controllati e ricontrollati per decenni ma mantengono inalterata la loro spettacolare evidenza.

Se mi si perdona il riferimento, fu proprio la pubblicazione di questi dati, venticinque anni fa, a farmi perdere "la fede" nei confronti del redshift cinematico. Prima ancora che Arp e Sulentic scrivessero articoli di fuoco sull'argomento, Gratton e Maffei venivano importunati dal seccatore che state leggendo.

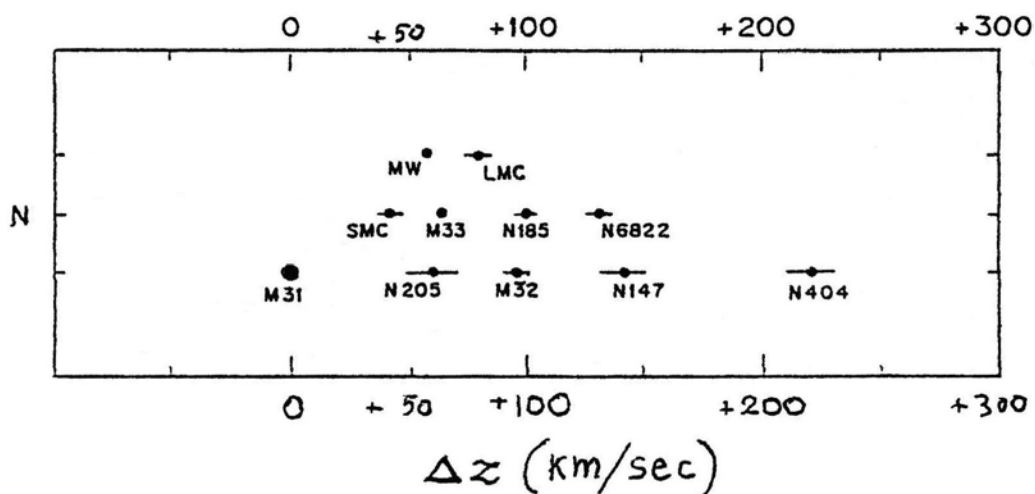
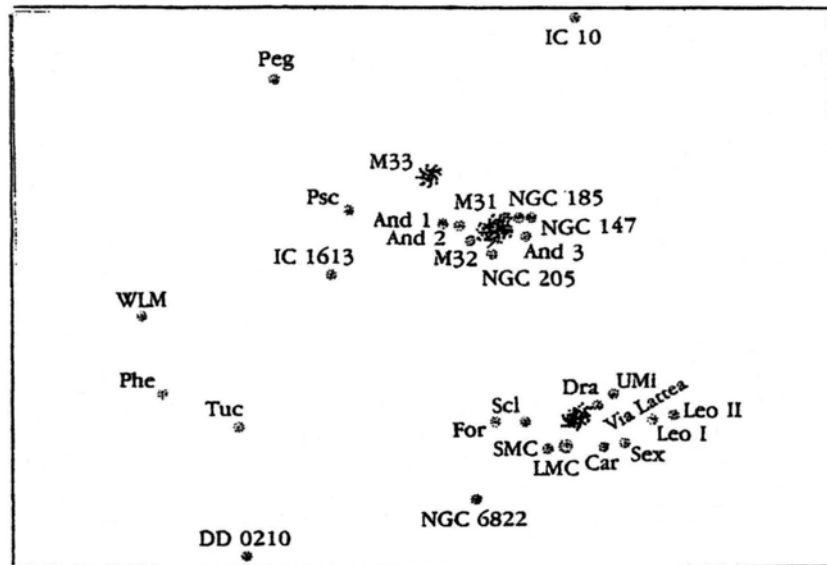


Fig. 2 (a e b)

2a: Schematizzazione del Gruppo Locale e galassie adiacenti



2b: Distribuzione degli spostamenti verso il rosso di tutte le più importanti compagne rispetto alla dominante (più massiccia) M 31

Tutte le compagne del Gruppo Locale mostrano un sistematico spostamento verso il rosso nei confronti della galassia dominante M 31! Non occorre il dottorato in astronomia per accorgersi dell'assenza di qualsiasi moto in avvicinamento (blushift) che dovremmo pur attenderci almeno da parte di qualche componente in base alla gravitazione: un'aggregazione di galassie che ruota secondo le leggi note attorno ai suoi membri massicci dovrebbero apparirci più o meno equamente ripartita in spostamenti verso il rosso e spostamenti verso il blu, perlomeno rispetto alla nostra visuale!

Halton Arp ha calcolato che la possibilità statistica di osservare una simile distribuzione delle orbite è *una o due su due milioni*, e afferma che la fig. 2b rappresenta la prova definitiva dell'esistenza di uno spostamento verso il rosso *intrinseco*.

Possiamo invitare il giovane astrofilo addestrato ormai a tradurre le percentuali di spostamento delle righe spettrali in chilometri al secondo, a collocare sul diagramma di Hubble tutte le compagne note di M 31. Con sua presumibile sorpresa egli vedrà che queste compagne gli si dispongono sì lungo il quadrante inferiore sinistro, ma in un modo che il loro spostamento verso il rosso *aumenta*

all'aumentare della magnitudine apparente. Cioè al diminuire della luminosità, non al crescere della distanza! (fig. 3).

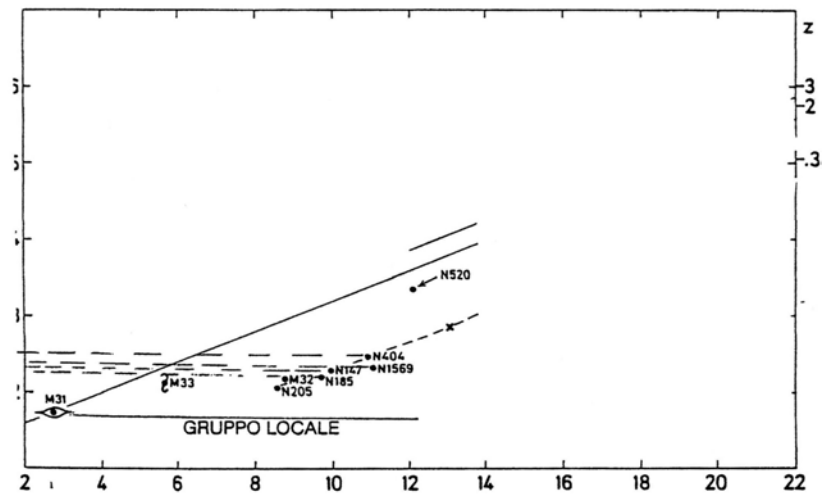


Fig. 3. Diagrammi di Hubble per oggetti del Gruppo Locale (da H. Arp)

"Se non sapessimo niente su questi oggetti - scrive Arp - diremmo che sono meno luminosi di M 31 e più spostati verso il rosso proprio perché rappresentano un gruppo più lontano. Pertanto - conclude - la relazione tra il loro redshift e le loro magnitudini *imita* semplicemente la legge di Hubble"².

Per fare la rivoluzione non basta cambiare la legge. Se sorvoliamo sulle probabilità milionarie calcolate da Arp, resta pur sempre una miserabile chance (o due) che la distribuzione delle orbite dei compagni di M 31 sia accidentale. Certo non è facile assumere che con tutto l'universo a disposizione il caso abbia potuto colpire proprio qui, nel cortile di casa, ma non possiamo ignorare che con l'accettazione del redshift "intrinseco" è in ballo una nuova fisica e un nuovo sistema del mondo.

Occorrono dunque altre prove, altre conferme. Per esempio: come si comportano i sistemi di galassie a distanza differenti?

La domanda consente una spettacolare riprova, priva di equivoci. La pubblicazione della fig. 4 non è che l'ennesima conferma di una serie ininterrotta di conferme dell'esistenza di redshift "anomali", emersi chiaramente fin dagli

anni Sessanta. E' stata ostacolata dai referees delle riviste professionali di mezzo mondo, ma ora anche i lettori di episteme possono esaminarla senza timore di scomuniche.

Si riferisce all'altro gruppo di galassie a noi più prossimo, centrato sulla grande spirale M 81 in Ursa Major: e anche qui, come si vede, la prevalenza di spostamenti verso il rosso delle compagne rispetto alla dominante è fuori discussione. Se questa conferma non è abbastanza impressionante, il lettore può consultare l'*Astrophysical Journal*, 291, p. 88, 1985, dove vengono presi in esame 40 gruppi differenti e 159 compagne, per convincersi che il redshift della galassia più luminosa appare sistematicamente inferiore al redshift medio dei componenti l'ammasso.

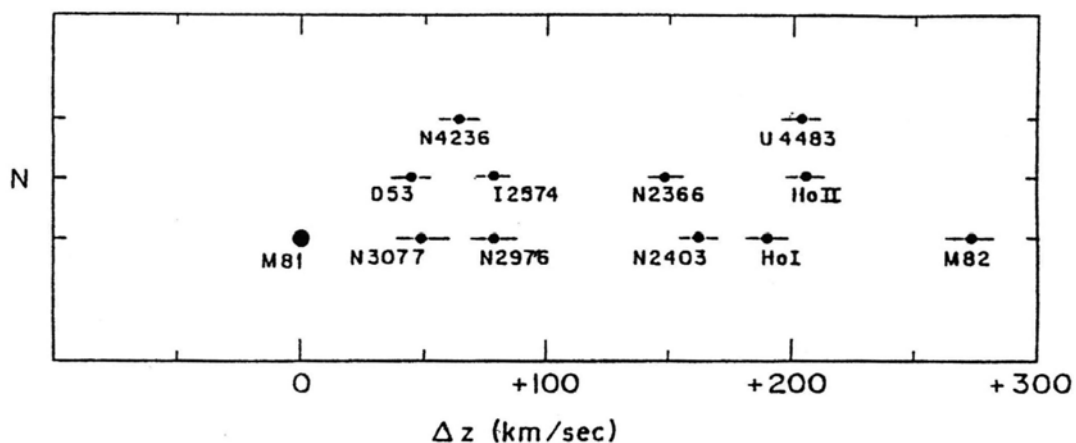


Fig. 4. Il gruppo di M 81 e i suoi redshift rispetto alla galassia principale

(cortesia di H. Arp)

Impietosamente, questo suona a martello per la proporzionalità del redshift con la distanza. La retta di Hubble non è stata tracciata soltanto per mostrare come dovrebbe apparire la grande spirale M 31 - o la sua "gemella" M 81 - a distanze sempre più grandi: se questa relazione dovesse adattarsi a un solo tipo morfologico di galassie (le spirali Sb, appunto), che ne sarebbe di tutte le altre, delle Sc, delle Sd, delle nane, delle ellittiche, delle irregolari? Che ne sarebbe

delle loro *distanze* e del parametro che sostiene tutta la cosmologia? Che ne sarebbe delle loro "velocità"?

Al di là dell'ammasso della Vergine le galassie cominciano a diventare macchioline indistinte. Non c'è modo di stabilire oltre un certo limite se ci sono bracci di spirale avvolti o aperti, se si tratta di grandi ellittiche o di galassie nane. Come se non bastasse - lo abbiamo già ricordato - entrano in gioco effetti di selezione che penalizzano gli oggetti poco luminosi e che tendono a mescolare galassie "medie" ai giganti più lontani; si parla in proposito della "distorsione di Malmquist" (dal nome dell'astronomo svedese Gunnar Malmquist che la descrisse), da sempre in agguato sulle estrapolazioni della cosmologia.

Ai confini dell'invisibile la sola possibilità è rappresentata dalla determinazione dello spostamento verso il rosso: pochi grani di luce da disperdere ulteriormente, alla ricerca di "righe" da giustapporre a uno spettrogramma di riferimento che ci siano familiari. Se questo spostamento - o anche solo una parte di questo spostamento - non ha a che fare con moti di allontanamento come già ci dimostrano le compagne di M 31 e di M 81, come possiamo affermare che un vago bagliore catturato sulla lastra sia pari a *un quarto* o a *un centesimo* di un altro perché recede a una velocità *due* o *dieci* volte più grande?

Ma se cade il diagramma cade l'espansione, Sandage e ... tutti i filistei. "Un dilettante - mi è stato autorevolmente rimproverato non ha nulla da perdere quando produce dati o ricerche che possono decretare l'interruzione di programmi che promuovono alta tecnologia e lavoro qualificato.

E non lo posso negare, ma questo rimprovero non trova riscontri in tutta la storia della fisica. In fisica nessuna impresa può essere "distruttiva". La possibilità di verificare e quindi di poter confutare qualsiasi affermazione scientifica è il requisito che ancora distingue la ragione dalle opinioni: se una teoria non è suscettibile di verifica, di controlli, di critica, o se nessuna evidenza contraria è

abbastanza forte da falsificarla, allora non c'è niente al mondo che possa dimostrarla come vera, e i cosmologi possono attingere le loro certezze anche dai fondi di caffè.

Se però l'appunto ci è stato mosso per sollecitare altre prove contro "la retta di Hubble", non ci facciamo certo pregare. La possibilità di rincarare la dose ci viene offerta dall'indicatore di distanze proposto negli anni Settanta dagli astronomi Brent Tully e Richard Fisher. Pur limitato alle sole galassie a spirale, si tratta di un metodo entrato prepotentemente nella prassi professionale, e costituisce una delle più accreditate alternative alla stima della distanza secondo redshift e luminosità.

Tully e Fisher ritengono che la luminosità intrinseca di queste galassie sia proporzionale alla quarta potenza della velocità rotazionale, cioè in pratica che ci sia una correlazione fra la velocità di rotazione di una galassia e la sua luminosità. Quanto più rapidamente ruota una galassia, tanto maggiore dev'essere la quantità di materia che la tiene insieme. Poiché tale velocità è desumibile da osservazioni spettroscopiche (in ottico e in radio), dalla luminosità apparente possiamo risalire a quella assoluta e quindi alla distanza.

La possibilità di operare un cruciale confronto fra il redshift e l'indicatore Tully-Fisher (TF) è offerta dal "Revised Shapley-Ames Catalog" di Allan Sandage e Gustave Tamman. Vi sono comprese le 1.246 galassie più luminose del cielo fino alla magnitudine apparente 13, magnitudini apparenti da cui è stato eliminato il moto solare, gli effetti di assorbimento e di inclinazione (A° e A^i), convertite nel sistema di de Vaucouleurs (T). Rappresentano la più accurata collezione di magnitudini apparenti corrette e di redshift, disponibili in astronomia extragalattica.

Effettueremo fra un attimo la comparazione fra la "distanza di redshift" e quella che si ottiene con l'indicatore rotazione-luminosità di Tully e Fisher: ci preme

ricordare che la qualità di questo catalogo consente di confrontare anche in funzione delle "classi di luminosità" (I, II, III etc.) il comportamento del redshift su *differenti tipi di galassie* (Sa, Sb, Sc, ellittiche). E' un altro invito per l'astrofilo rigoroso che ha appena finito di collocare le compagne di M 31 e quelle di M 81 al di là della linea di Hubble, nei territori "eretici" dello spostamento verso il rosso intrinseco.

La fig. 5 mostra un eloquente raffronto fra le distribuzioni di redshift per galassie di tipo spirale Sb (quadrante superiore) e galassie di tipo spirale Sc (quadrante inferiore). E' tratta dallo studio di Halton Arp "Differences between Galaxy Types Sb and Sc" (pubblicato da Astrophysics and Space Science, 167, 1990), forse uno dei più fondamentali lavori di tutta l'Astronomia extragalattica.

Abbiamo qui la scelta fra due differenti costanti di Hubble (una per tipo morfologico di galassie). Oppure possiamo dire - ma sarebbe il colmo - che questa costante è incostante dal momento che tende a deviare fortemente con la distanza. Avremmo in pratica un flusso di espansione H_0 che trascina ordinatamente le spirali Sb nello spazio ma che impartisce vistose accelerazioni alle Sc e a tutte le altre ...

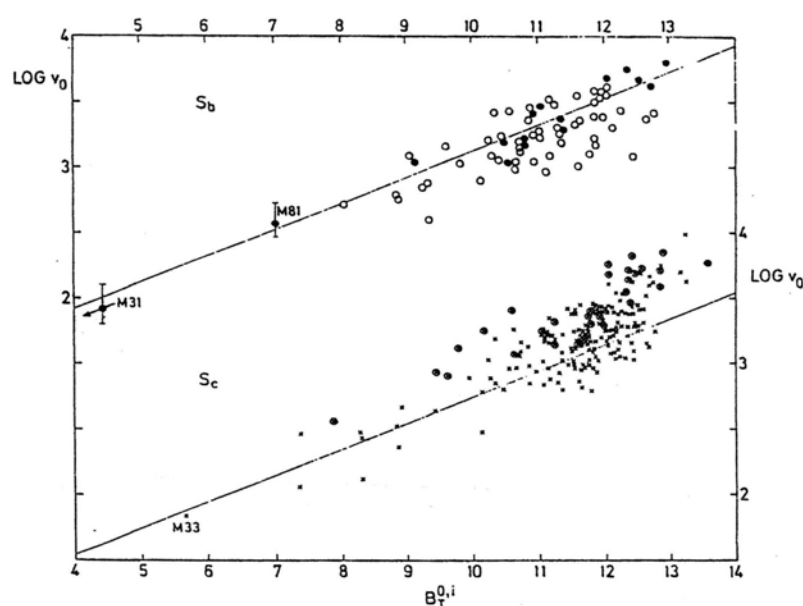


Fig. 5. La relazione di Hubble applicata a galassie a spirale Sb e Sc (cortesia di H. Arp)

Valtonen e Byrd³ hanno tentato di spiegare il mistero degli eccessi di redshift trovati negli ammassi. L'idea è che se i gruppi di galassie osservate sottendono un angolo apprezzabile di cielo, allora osserveremo un volume maggiore alle spalle del gruppo dal più lontano sfondo: ciò può essere facilmente visualizzato dalla fig. 6, che mostra come il cono di vista in direzione di un ammasso è più stretto davanti che dietro.

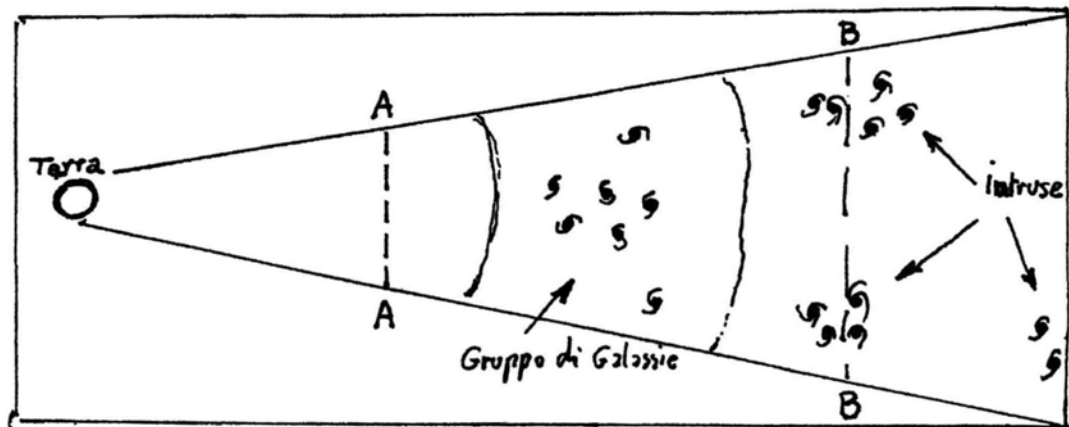


Fig. 6. Dato che il cono di vista in direzione di un ammasso è più stretto davanti (A) che dietro (B), le galassie dello sfondo dovrebbero contaminare in eccesso il redshift medio che si osserva, per semplice sovrapposizione prospettica.

In questo modo il punto di vista convenzionale ha tentato di spiegare anche gli eccessi sistematici di redshift presenti nelle compagne di M 31 e M 81 che abbiamo visto in precedenza, sostenendo che l'effetto è causato dal fatto che particolarmente per il Gruppo Locale noi subiamo la conseguenza di far parte integrante (cioè di trovarci all'interno) di un sistema in espansione.

Ma passata l'euforia per il salvataggio del Big Bang, le conseguenze appaiono in tutta la loro drammaticità. Intanto per il Gruppo Locale è evidente che non si può parlare di "contaminazione del fondo": questa, infatti, è *esattamente* la nostra regione dell'universo, quella delle galassie che assieme alla nostra formano l'aggregazione "di casa". E' l'album di famiglia, *siamo solo noi*, e dunque non può esserci alcuno sfondo! Inoltre, ciò non giustifica perché le sole Sb riescano a collocarsi correttamente sulla linea di Hubble e apre anzi l'ulteriore

interrogativo del perché queste galassie appaiano immuni da "contaminazioni" e da "distorsioni di Malmquist".

La catastrofe è tuttavia rappresentata dal fatto che se le velocità delle compagne di M 31 sono reali - come pretende la cosmologia dell'espansione - esse dovrebbero svuotare un volume sferico di raggio approssimativamente pari a 2-3 megaparsec nel tempo abitualmente attribuito all'età dell'universo: insomma, non potrebbero essere più là dove le osserviamo, perché il Gruppo Locale dovrebbe già essersi disperso nello spazio!

Ma ci attende adesso la cruciale comparazione della "distanza di redshift" con l'indicatore Tully-Fisher. Questo confronto è decisivo per il modello in espansione a simmetria sferica e per lo stesso Big Bang. Abbiamo già anticipato che il nuovo criterio si basa sulla relazione esistente tra la larghezza della "riga" dell'idrogeno neutro e lo splendore assoluto: è assunta per ipotesi in base a considerazioni di meccanica newtoniana ma è ben documentata dalla radioastronomia per le galassie a spirale più vicine.

L'ipotesi è che la dispersione della riga, cioè il suo allargamento intorno al segnale di 21 cm. sia proporzionale alla massa della galassia stessa. Tramite l'effetto Doppler, la differente direzione dei due estremi del diametro dell'oggetto che ci appaiono l'uno in avvicinamento, l'altro in allontanamento, verrà captata ai due lati della riga: se il radiotelescopio è sintonizzato sulla lunghezza d'onda tipica di 21,106 cm., per esempio, esso rileverà soltanto quegli atomi di idrogeno che non si stanno né avvicinando né allontanando, mentre se viene sintonizzato a 21,105 o a 21,107 cm. identificherà rispettivamente quelli che si stanno avvicinando e quelli che si stanno allontanando dal nostro punto di osservazione. Se non agiscono forze complementari, se cioè la rotazione delle spirali è *totalmente* controllata dalla gravitazione, questa velocità rotazionale e la magnitudine apparente ci forniranno la luminosità assoluta e quindi il modulo di distanza della spirale esaminata.

Ci avvarremo ancora del *Revised Shapley-Ames Catalog* di Sandage e Tamman, invitando il lettore stesso ad un'appassionante riduzione dei dati. Limiteremo al minimo il nostro commento: la costante H è qui fissata in 65 km. al secondo per magaparsec, mentre le tavole sono tratte ancora una volta dallo studio di Arp, "Differences between Galaxy Types Sb and Sc". L'ennesimo saccheggio ha come unica giustificazione il fatto che nessuna rivista scientifica italiana acconsentirebbe alla loro pubblicazione.

L'elenco identifica la galassia, il tipo morfologico e la classe di luminosità; la magnitudine totale M_{BR}^{oi} , la stima di distanza secondo redshift (dz) e la stima di distanza Tully-Fisher (dTF). In base all'osservato redshift viene anche fornita la deviazione dalla relazione di Hubble, espressa in chilometri al secondo (HR).

TABLE VII a.
Redshift distances compared to Tully-Fisher distances

Galaxy	Type	M_{BR}^{oi} (mag)	dz (Mpc)	d_{TF} (Mpc)	Δz (HR) (km s^{-1})	Position in sky and remarks
NGC 24	ScII-III	-18.6	9.6	13.3	-426	I
95	ScI	-21.6	78.5	74.1	+3015	I
157	ScI-II	-21.6	27.9	16.5	+1072	I
210	SbI	-21.3	28.8	23.7	-524	I
214	ScI	-21.8	73.2	50.1	+3019	I
NGC 247	ScIII-IV	-18.1	3.5	4.5	-108	I
253	Sc	-20.2	4.5	4.2	+127	I
300	ScII	-18.0	2.0	2.9	-126	-
337	ScII	-20.5	27.3	23.7	+573	I
450	ScII	-20.2	29.4	24.7	+397	I
NGC 578	ScI-II	-21.0	25.8	18.1	+843	I
615	SbI-II	-21.0	30.3	32.6	-541	I
701	ScIII	-20.0	29.6	27.3	+263	I
753	ScI	-22.1	79.2	46.5	+3485	I
772	SbI	-22.7	40.7	24.7	+1078	I
NGC 779	SbI-II	-21.0	23.0	22.5	-413	I
877	ScI-II	-21.9	62.9	53.4	+2675	I
891	Sb	-21.1	12.0	13.9	-176	-
895	ScI	-20.9	36.7	29.6	+1049	I
908	ScI-II	-21.6	24.0	16.2	+917	I
NGC 949	ScIII	-18.7	13.2	16.0	-479	I
1035	ScIII	-19.1	20.1	26.4	-391	I
1084	ScII	-21.1	22.7	16.6	+702	I
1087	ScIII	-20.9	23.0	15.6	+684	I
1235	ScII	-20.9	25.5	19.4	+701	I
NGC 1325	Sb	-20.6	24.2	23.7	-881	I
1337	ScI-II	-20.0	19.5	15.7	+161	I
1385	ScIII:	-21.2	30.3	12.6	+979	I
1417	SbI	-22.0	63.7	47.2	+672	I
1421	ScIII:	-21.4	32.0	16.9	+1125	I
NGC 1425	SbII	-21.0	22.2	22.1	-465	I
1672	SbII	-20.8	17.4	16.5	-419	-
1792	ScII	-20.8	16.2	12.6	+431	-
1961	SbIIpec	-23.1	63.8	46.8	+2105	-pec
1964	SbI-II	-21.4	34.3	22.5	-100	-
NGC 2090	ScII	-19.2	11.6	20.8	-200	-
2146	SbIIpec	-20.8	17.0	17.2	-479	-pec
2280	ScI	-21.1	26.3	25.7	+797	-
2347	SbI-II	-21.8	72.2	70.0	+327	III
2403	ScIII	-20.5*	4.6	4.3	+48	III

Table VII(continued) ^b

Galaxy	Type	$M_{B,T}^{0,t}$ (mag)	dr (Mpc)	d_{TF} (Mpc)	Δz (HR) (km s ⁻¹)	Position in sky and remarks
NGC 2541	ScIII	-18.4	9.9	13.3	-502	III
2613	SbI	-22.1	22.2	22.1	+337	II
2683	Sb	-19.6	6.1	13.3	-578	II
2701	ScII-III	-20.6	37.2	31.8	+799	III
2742	ScII	-20.0	21.9	26.6	+192	III
NGC 2748	ScII-III	-20.4	25.9	22.8	+482	III
2815	SbI-II	-21.4	35.6	47.4	-122	II
2841	Sb	-21.0	11.0	18.5	-230	III
2848	ScII	-20.2	27.6	20.1	+382	II
2903	ScI-II	-20.4	7.3	9.4	+133	II
NGC 2942	ScI	-21.8	67.7	40.9	+2720	II ^a
2964	ScII	-20.0	19.9	22.8	+170	II
2997	ScI	-20.8	12.3	11.4	+427	-
3003	Sc:III:	-20.3	22.5	17.2	+389	II pec
3031	SbI-II	-21.8	5.2 ^a	4.8	+35	III (M81)
NGC 3041	ScII	-19.7	19.9	29.6	+51	II
3052	ScII	-21.3	51.8	48.2	+1779	II
3055	ScII	-20.0	26.9	30.6	+233	II
3177	SbII	-18.9	18.8	42.6	-2949	II (low luminosity?)
3198	ScI-II	-19.8	10.8	12.7	+41	III
NGC 3200	SbI	-22.4	51.0	40.9	+1048	II
3223	SbI-II	-22.1	40.3	27.2	+554	-
3254	SbII	-20.2	18.8	29.0	-1072	II
3259	SbIII	-20.3	30.8	30.0	-1543	II
3294	ScI	-20.2	24.1	25.3	+364	II
NGC 3320	ScII-III	-20.4	36.6	34.2	+701	III
3464	ScI	-21.4	54.9	44.6	+1968	II
3511	ScII	-20.0	14.6	15.6	+138	II
3556	ScIII	-20.5	12.2	10.3	+253	III
3583	SbII	-21.1	33.6	36.2	-539	III
NGC 3621	ScII	-19.7	6.7	8.7	+8	-
3675	SbII	-20.3	12.2	21.4	-604	III
3726	ScI-II	-20.2	14.0	16.3	+201	III
3756	ScI-II	-20.0	21.1	23.3	+197	III
3877	ScII	-19.8	14.4	18.2	+48	III
NGC 3887	SbI-II	-19.8	14.1	22.5	-1198	II
3893	ScI	-20.3	15.8	16.0	+358	III
3917	ScIII	-19.4	16.0	20.1	-148	III
3949	ScIII	-19.7	13.2	17.9	+6	III
3956	ScII	-19.9	21.4	20.4	+135	II
NGC 4085	ScIII:	-18.3	12.7	27.4	-726	III pec (no plot)
4096	ScII-III	-19.6	9.5	12.6	-15	III
4100	ScI-II	-20.3	17.5	22.5	+264	III
4102	SbII	-19.2	14.6	25.9	-1806	III
4144	ScdIII	-17.2	4.9	6.5	-661	III

TAVOLA VII b

Table VII(continued) c

Galaxy	Type	$M_{B,T}^{0,-1}$ (mag)	d_z (Mpc)	d_{TF} (Mpc)	Δz (HR) (km s^{-1})	Position in sky and remarks
NGC 4258	SbII	-21.5	8.0	7.5	-17	III
4490	ScdIIIpec	-20.1	9.2	6.1	+122	III VV30 interacting
4814	Sbl	-20.8	40.8	49.8	-1065	III
4945	Sc	-20.3	4.2	5.6	+21	- Cen Grp
5054	Sbl-II	-21.1	23.4	21.5	-360	II
NGC 5297	ScII	-21.6	40.8	30.3	+1582	III
5395	SbII	-22.1	55.1	57.5	+830	II VV48 interacting
5480	ScIII	-19.9	30.2	24.7	+275	III
5530	ScII	-19.7	14.5	17.2	-1	
5595	ScII	-20.8	38.5	31.2	+1001	II
NGC 5676	ScII	-21.5	34.4	29.3	+1284	III
5678	ScII-III	-21.4	37.6	29.9	+1310	III
5690	ScII:	-20.2	25.4	22.8	+365	II
5740	Sbl	-19.9	22.9	33.2	-160	II
5746	Sb	-21.8	25.2	28.7	+124	II
NGC 5806	Sblf	-19.7	19.5	27.7	-1715	II
5861	ScII	-20.4	26.5	27.0	+495	-
5879	SbII	-19.7	14.3	16.8	-1310	III
5899	ScII	-21.1	40.9	48.9	+1212	III
5949	Sc	-17.6	9.6	21.5	-1036	III
NGC 5962	ScII	-20.7	30.3	34.9	+770	-
6015	ScII-III	-19.9	15.7	17.6	+85	III
6070	ScI	-20.7	30.4	32.8	+734	-
6106	ScII	-19.5	22.4	24.8	-90	-
6118	ScI	-20.6	23.6	21.4	+546	-
NGC 6207	ScIII	-19.4	15.1	16.5	-138	-
6384	Sbl	-21.7	26.7	20.7	+75	-
6503	ScII	-18.2	4.7	5.2	-293	- has BL Lac nearby
6643	ScII	-21.1	26.8	20.9	+831	-
7171	Sbl	-20.9	42.4	41.9	-1000	I
NGC 7184	SbII	-22.5	41.6	34.5	+967	I
7218	ScII	-20.2	27.4	25.4	+368	I
7300	ScI-II	-21.3	77.2	64.0	+2622	I
7314	ScIII	-20.7	22.9	18.6	+547	I
7331	Sbl-II	-22.0	17.1	14.2	+212	I
NGC 7361	ScII-III:	-19.3	19.6	19.2	-237	I
7448	ScII	-21.4	38.2	21.2	+1363	I
7541	ScII	-21.4	44.4	33.1	+1628	I
7713	ScII-III	-19.0	10.5	10.5	-249	-
7782	Sbl-II	-22.3	85.9	73.8	+1602	I

^a With M81 distance of $\mu = 28.8$ mag.

^b See Table IV.

TAVOLA VII c

Le divergenze sono stupefacenti solo per chi non ha mai dubitato dell'espansione dell'universo. Per alcune galassie le distanze di redshift eccedono quelle ottenute con il metodo Tully-Fisher di 20, 30 e più megaparsec!! Queste tabelle visualizzano nel modo più impietoso la precarietà della relazione che sorregge tutta la cosmologia deduttiva del XX secolo, e restituiscono dignità alle riserve sempre manifestate dallo stesso Hubble sull'origine cinematica dello spostamento verso il rosso.

Le galassie che presentano le più elevate discrepanze sono quelle col più elevato spostamento verso il rosso: se i redshift esprimessero davvero delle velocità di recessione, il rapporto massa-luminosità dovrebbe variare per il solo fatto di trovarsi a distanze crescenti dall'occhio dell'astronomo!

Il commentatore che volesse stemperare lo chock con l'ironia potrebbe rilevare che sul campione esaminato di 125 galassie, 82 hanno dispersioni in eccesso e 43 in difetto. Per le 82 galassie con eccesso di redshift si hanno 60 casi in cui la distanza d_z risulta superiore alla d_{TF} ma 22 in cui l'indicatore Tully-Fisher dà distanze più grandi. Per le 43 galassie in cui il redshift è inferiore alle attese "cosmologiche" abbiamo 31 casi in cui la d_{TF} produce distanze *superiori*, 11 in cui la d_{TF} è lievemente inferiore alla d_z e perfino un caso in cui i due metodi coincidono...

Un burlone direbbe che le differenze sono troppo forti perché i due metodi siano sbagliati.

NOTE

¹ Si consideri una grande superficie sferica radiante, col centro che emette radiazione luminosa a ritmo costante. L'energia totale emessa in un secondo è uguale alla superficie della sfera x energia che cade su un centimetro quadrato. Poiché l'area di una superficie sferica è $4 \times (\text{raggio})^2$, segue che: luminosità assoluta = $4 \pi (\text{distanza})^2 \times$ luminosità apparente.

² H. Arp, *Quasars, Redshift and Controversies*, 1987.

³ Mauri Valtonen, Università di Turku, Finlandia e Gene Byrd, Università di Alabama.

- - - - -

Alberto Bolognesi è nato a Bologna nel 1944. Astrofilo dal 1966 è autore di numerosi articoli e dei libri *Piccola Cosmologia Portatile (Novalis, 1976)* e *Eppur non si muove! - La controversia sull'Espansione dell'Universo (Studio Stampa, 1994)*. È stato membro onorario della *Società Astronomica del Pacifico*, negli anni 1980-81 e fa parte di quella ristretta schiera di "eretici" che si raccolgono sotto il nome di "*Anti-Big-Bang Minority Band*" che annovera fra i suoi esponenti più illustri *Fred Hoyle, Halton Arp, Jayant Narlikar, Geoffrey Burbidge*.

e-mail: "Biblioteca Misano" <biblioteca@hi-net.it>